

ЭЛЕКТРООЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК

Мануйленко А.Н., Вендин С.В.

Белгородский государственный аграрный университет, г. Белгород, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведен анализ процесса электрического озонирования воздуха в производственных помещениях предприятий АПК. В работе проведена оценка работы различных озонаторов и их схем управления, установлено, что наиболее эффективным является внедрение озонаторной установки в систему вентиляции и кондиционирования или же собственной системы, представлен алгоритм управления равномерностью распределения озона и функциональная схема, а также выполнено сравнение химического состава воздушной среды до и после процесса электроозонирования воздуха.

Ключевые слова. Сельское хозяйство, электротехнологии, помещения, обеззараживание, озонирование, функциональная схема.

ELECTROZONING AIR AT THE ENTERPRISES OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Manuilenko A.N., Vendin S.V.

Belgorod State Agrarian University, Belgorod, Russian Federation

Abstract. The article provides an analysis of the process of electric ozonation of air in the production facilities of agricultural enterprises. The work evaluated the performance of various ozonizers and their control schemes, found that the most effective is the introduction of an ozonizer installation in a ventilation and air conditioning system or its own system, an algorithm for controlling the uniformity of ozone distribution and a functional diagram is presented, and the chemical composition of the air environment is compared to and after the process of electrozoning of air.

Keywords. Agriculture, electrical technology, premises, disinfection, ozonation, functional diagram.

Биологическая безопасность выступает одной из основных проблем агропромышленного сектора. В настоящее время растет темп развития сельского хозяйства, идет применение более новых и интенсивных методов выращивания и содержания сельскохозяйственных животных поставили перед аграрной наукой целый ряд существенных проблем, в том числе проблему технических средств для осуществления дезинфекции помещений и обеззараживания воздуха в производственных помещениях АПК. Проявляющиеся в настоящее время заболевания КРС, свиней, и птицы носят, как правило, пандемический характер, что в свою очередь ограничивают развитие АПК, чем значительно дестабилизируют экономическое развитие регионов. Наибольшую опасность, с точки зрения заражения, представляет воздух, особенно если учесть тот факт, что в целях «экономии» большинство сельхоз производителей не производят необходимых мер дезинфекции и дезинсекции. При содержании птицы в случае возникновения заражения болезнетворными микроорганизмами возникает опасность эпидемии. Влияние болезнетворных организмов, в конечном счете, приводит к ежегодному ущербу, причиняемому птицеводству болезнями и падежом порядка 15-25 % от стоимости продукции, регистрируются спонтанные пневмонии, влекущие за собой гибель вплоть до 35% особей [1].

Анализ показывает, что одним из наиболее перспективных технических средств, для обеззараживания воздуха производственных помещений может стать озонирование воздуха при помощи специальных электрических озонаторов, так как озон не только убивает бактерии, вирусы и плесень, но и разлагает токсины и эффективно уничтожает запахи [2].

Опираясь на опыт коллег Кубанского государственного аграрного университета, можно сделать вывод о том, что озонирование является эффективным способом дезинфекции, дезинсекции и дезодорирования практически любых сред, особенно воздуха и воды. Проведённые поисковые эксперименты на яйцескладе ООО «Птицевод» Краснодарского края показали, что существует проблема в нестабильной работе озонаторов в помещении, а именно концентрация озона, создаваемая электроозонатором, в помещении яйцесклада не равномерна. Для получения максимального эффекта работы электроозонатора необходимы мероприятия для обеспечения равномерности распределения озона внутри помещения [3].

Режим обработки помещений озоном во многом зависит от объема помещения, производительности озонатора, концентрации озона в озono-воздушной смеси на выходе озонатора.

Учеными СибГТУ Безруких Н.С. и НПО «Пульсар» Безруких Е.Г. было выявлено, что динамика концентрации озона в помещении, в котором установлен работающий озонатор, состоит в том, что концентрация в начальный период нарастает довольно быстро, а затем скорость нарастания уменьшается и через некоторое время концентрация озона в помещении стабилизируется, достигнув равновесного состояния, что является следствием процесса разложения озона [4].

Анализ показал, что после двукратного озонирования количество колоний плесени уменьшилось вдвое, а количество колоний дрожжей – в несколько раз.

Цель исследования: Обеспечение высокого качества обеззараживания воздуха в соответствии с требованиями санитарно-гигиенических норм.

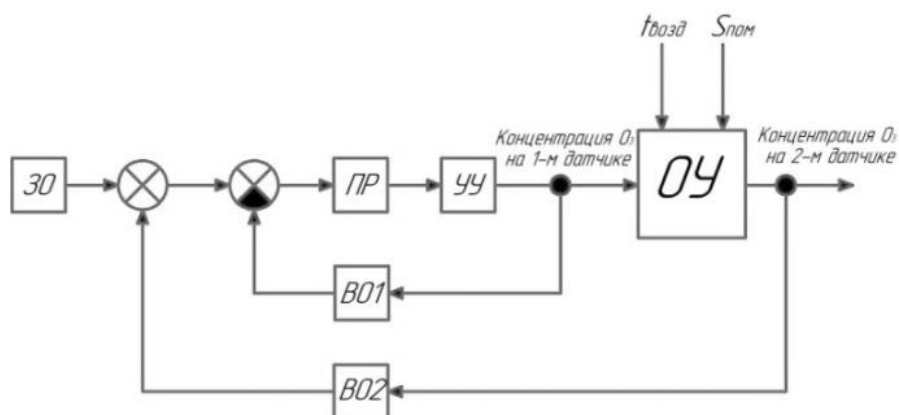
Задачи исследования:

- Провести анализ способов и технических средств для обеззараживания воздуха;
- Провести теоретические исследования и разработать математические модели для процессов озонирования воздуха;
- Выявить основные факторы определяющие эффективность работы электрического озонатора воздуха для птицеводческих помещений.

С практических позиций для достижения максимальной стерилизации и чистоты воздушных масс внутри животноводческого помещения, озонаторную установку лучше разместить в системе принудительной вентиляции или же собственной системе подачи озона, схожей с вентиляционной.

Отметим, что для повышения эффективности применения электрических озонаторов необходимо обеспечивать качественное управление процессом в автоматическом режиме, а это невозможно без разработки математической модели процесса, учитывающей технологические и конструктивные параметры, а также распределение концентрации O_3 внутри помещения, так как объектом управления является концентрация озона в производственном помещении.

На рисунке 1 предлагается функциональная схема управления электро-технологическим процессом озонирования производственного помещения [5].



ЗО-задающий орган (датчик); ПР-программный регулятор; УУ-управляющее устройство (озонатор); ОУ-объект управления (производственное помещение); ВО-воздействующий орган (датчики измерения); $t_{возд}$ -температура воздуха; $S_{пом}$ -площадь производственного помещения
Рисунок 1 – Функциональная схема электротехнологического процесса озонирования

В рассматриваемой функциональной схеме рекомендуется применение двух датчиков, один из которых необходимо установить на выходе из генератора озона, а другой в контрольной точке производственного помещения.

Первый датчик служит для стабилизации концентрации O_3 , согласно требованиям технологического процесса (достаточная концентрация для уничтожения вирусов, вредных запахов и микроорганизмов). Второй датчик формирует сигнал о концентрации последнего в отдаленной точке помещения.

Сравнивая показания двух датчиков, система автоматического управления будет вырабатывать соответствующую команду – увеличивать или уменьшать подачу озона в помещение, для поддержания нормированных параметров.

Определив оптимальный показатель концентрации озона для достижения эффекта дезинфекции (дезодорации) воздуха в производственных помещениях, можно выбрать близкий озонатор по необходимой производительности.

Активная мощность электрического разряда озонатора, необходимая для выработки требуемого количества озона определяется по следующей формуле:

$$P = \frac{2}{\pi} u_p \cdot \omega \cdot [C_3 \cdot (u_a - u_p) - C_p \cdot u_p], \quad (1)$$

где u_p – напряжение в разрядном промежутке, В;
 ω – частота электрического тока, Гц.;
 C_3 – электрическая ёмкость электродов, мкФ;
 u_a – рабочее напряжение, подводимое к озонатору, В;
 C_p – электрическая ёмкость разрядного промежутка, мкФ.
 Минимальная ёмкость конденсаторов:

$$C_{\min} = 2,85 \cdot n \cdot I_n / (K_n \cdot U_{\text{вых}}), \quad (2)$$

где I_n – ток нагрузки, мА.;
 K_n – коэффициент пульсаций выходного напряжения, %.

Стоит учесть тот факт, что ёмкость первого конденсатора C_1 необходимо увеличить в 2-3 раза, исходя из расчётной ёмкости других конденсаторов, в противном случае полное напряжение на выходе схемы появится через несколько периодов входного напряжения. Переходный процесс умножителя представлен на рисунке 2.

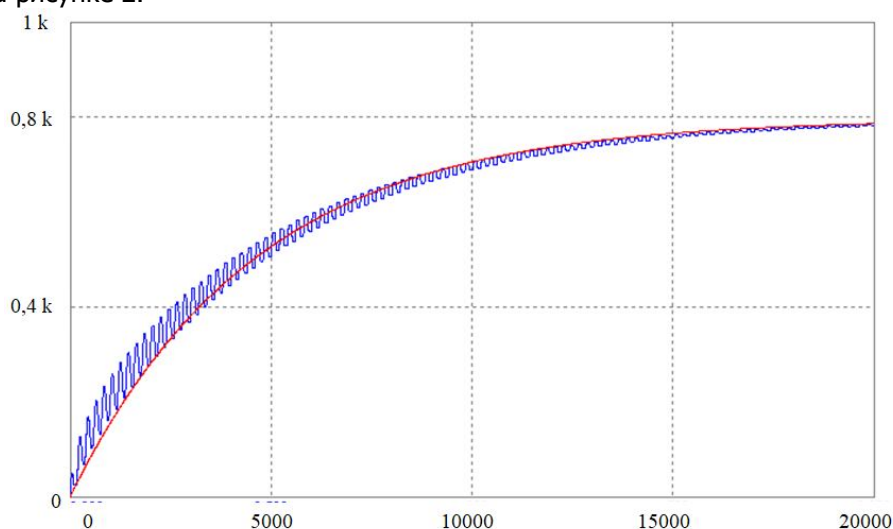


Рисунок 2 – Переходный процесс умножителя

С учетом особенностей содержания животных и птиц, при озонировании помещения были определены основные технические параметры электрического озонатора воздуха, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические параметры электрического озонатора воздуха

Параметр	Показатель
Производительность, г/ч	5–150
Объем помещения, м ³	350–3600
Продолжительность работы, ч	0,1;0,25;0,5;1;2;4
Потребляемая мощность, Вт	500–2500
Температурный диапазон, °С	от –10 до +35
Концентрация озона на выходе, мг/м ³	0,1–1
Напряжение, В	220/380

Результаты сравнение химического состава воздуха внутри производственного помещения до обработки озонем и после обработки представлены в таблице 2.

Проведя анализ специфики озонирования производственных помещений, были выявлены первостепенные проблемы, на которые стоит обратить внимание при разработке системы озонирования. Также было выявлено, что оптимальная работа озонатора будет осуществляться в следующих режимах: стимуляции и глубокой обработки, но стоит решить проблему с равномерностью распределения озона, поэтому для получения максимального эффекта работы электроозонатора необходимы мероприятия для обеспечения равномерности распределения озона внутри помещения.

В рассматриваемой функциональной схеме рекомендуется применение двух датчиков, которые будут способствовать оптимальной работе системы озонирования производственных помещений. Также приведены результаты экспериментальных исследований химического состава воздуха внутри производственного помещения до и после процедуры озонирования.

Таблица 2 – Химический состав воздуха внутри производственного помещения

Показатели воздушной среды в производственном помещении	До озонирования	После озонирования
Сероводород, мг/л	0,16	0,0003
Аммиак, мг/л	0,13	0,005
Углекислый газ, г/л	14	0,15
Метанол, мг/л	0,15	0
Кислород, %	21,2	21,7
Озон, мг/м ³	–	0,03
Микрофлора, колоний/м ³	27520	240

Список использованных источников

1. Биохимический статус поросят больных бронхопневмонией / Н.А. Кочеткова, Е.В. Лавринова // В сборнике: Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы». – Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – Т.1. – С. 270-271.
2. Микроскопические грибы и их воздействие на организм человека и животных / Е.В. Лавринова, В.В. Семенютин // В сборнике: Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2015. – Т. 1. – С. 53.
3. Экспериментальные исследования параметров и режимов электротехнологического процесса озонирования яйцескладов птицефабрик / А.П. Волошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. №123. С. 1-15.
4. Опыт применения озонаторов на молочном заводе / Н.С. Безруких // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2009. № 8 С. 134-137.
5. Электроозонирование животноводческих помещений /А.Н. Мануйленко, С.В. Вендин // Сельский механизатор. – М.: ООО «Нива» №12, 2019. – С. 22-23.